**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Статический анализ программ

Static Program Analysis

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 4

Регистрационный номер рабочей программы: 003697

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Дисциплина «Статический анализ программ» является одной из базовых дисциплин цикла (С8), формирующего подготовку специалиста в области прикладной математики и информатики. Отдельные параметры курса могут варьироваться по степени сложности в зависимости от начальной подготовки обучающихся.

Основным методологическим принципом построения программы курса, является принцип поэтапного системного накопления знаний и формирования необходимых компетенций по модели: от простого и/или знакомого — к сложному и/или незнакомому, а основной методологической стратегией прохождения отдельных разделов программы является ступенчатость и цикличность, предусматривающие постепенный возврат к ранее усвоенному материалу на более высоком языковом и концептуальном уровне.

Цель изучения дисциплины: ознакомление с основными понятиями статического анализа программ, подготовка к восприятию специальных дисциплин, развитие у обучающихся доказательного, логического мышления; подготовка к самостоятельному решению различных прикладных задач.

**1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)**

Программа курса предназначена обучающимся 4 курса и рассчитана на слушателей, изучавших алгебру, основы информатики и программирования.

Максимальная эффективность программы будет обеспечена при условии, что обучающийся:

• владеет основами алгебры;

• владеет основами программирования.

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование категории (группы) компетенций | Код и наименование компетенции | Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции | Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Общепрофессиональные компетенции | ОПК-1 – способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | знание содержания дисциплины "Статический анализ программ" и обладание достаточно полным представлением о возможностях применения разделов курса в различных прикладных областях науки и техники | ОПК-1.1 Уметь идентифицировать возможные проблемы и пути их решения |
| 2 | Общепрофессиональные компетенции | ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности | знание содержания дисциплины "Статический анализ программ" и обладание достаточно полным представлением о возможностях применения разделов курса в различных прикладных областях науки и техники | ОПК-2.2 Уметь проводить формализацию и алгоритмизацию поставленных задач |
| 3 | Профессиональные компетенции | ПКП-1 – способен проектировать программные системы | знание содержания дисциплины "Статический анализ программ" и обладание достаточно полным представлением о возможностях применения разделов курса в различных прикладных областях науки и техники | ПКП-1.1 Уметь разрабатывать технические спецификации на программные компоненты и их взаимодействие |
| 4 | Профессиональные компетенции | ПКП-2 – способен использовать основные модели информационных технологий и способы их применения для решения задач в предметных областях | знание содержания дисциплины "Статический анализ программ" и обладание достаточно полным представлением о возможностях применения разделов курса в различных прикладных областях науки и техники | ПКП-2.1 Уметь описывать алгоритмы компонентов, включая методы и схемы |
| 5 | Профессиональные компетенции | ПКП-3 – способен разрабатывать моделирующие алгоритмы и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования | знание содержания дисциплины "Статический анализ программ" и обладание достаточно полным представлением о возможностях применения разделов курса в различных прикладных областях науки и техники | ПКП-3.1 Разработка модели бизнес-процессов заказчика |
| 6 | Профессиональные компетенции | ПКП-7 – способен систематизировать и применять знания о содержании основных этапов и тенденций развития программирования, математического обеспечения и информационных технологий | знание содержания дисциплины "Статический анализ программ" и обладание достаточно полным представлением о возможностях применения разделов курса в различных прикладных областях науки и техники | ПКП-7.2 Оценка и выбор архитектуры развертывания каждого компонента |

**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

Аудиторная учебная работа: лекционные занятия в объеме 4 часов в неделю.

**Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий**

**2.1. Организация учебных занятий**

**2.1.1 Основной курс**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины,  практики и т.п. | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | | | | | | Самостоятельная работа | | | | Объём активных и интерактивных  форм учебных занятий | Трудоёмкость |
| лекции | семинары | консультации | практические  занятия | лабораторные работы | контрольные работы | коллоквиумы | текущий контроль | промежуточная  аттестация | итоговая аттестация | под руководством преподавателя | в присутствии  преподавателя | сам. раб. с использованием  методических материалов | текущий контроль (сам.раб.) | промежуточная аттестация (сам.раб.) | итоговая аттестация  (сам.раб.) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 8 | 60 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 57 |  | 23 |  | 10 | 4 |
|  | 2-25 |  | 2-25 |  |  |  |  |  | 2-25 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 60 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 57 |  | 23 |  |  | 4 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п. | Формы текущего контроля успеваемости | | Виды промежуточной аттестации | | Виды итоговой аттестации  (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ) | |
| Формы | Сроки | Виды | Сроки | Виды | Сроки |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | |
| Семестр 8 |  |  | экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

**Основной курс Основая траектория Очная форма обучения**

Период одбучения (модуль): Семестр 8

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий | Количество часов |
| М1 | Статический анализ программ | Лекции | 60 |

М1 «Статический анализ программ».

1. Операционная семантика языков программирования.
2. Модельный язык, семантика основных конструкций.
3. Индукция по синтаксису и по форме дерева вывода.
4. Семантика большого и малого шага.
5. Свойства семантик. Неразрешимость основных проблем.
6. Статическая и динамическая семантика. Понятие статического анализа.
7. Простейшие формы статического анализа в форме статической семантики.
8. Анализ потока данных, монотонный подход.
9. Элементы теории решеток. Полные решетки, теорема Тарского-Кнастера.
10. Формализация задачи анализа потока данных. МОР- и MFP-решения. Неразрешимость MOP.
11. Приближенное вычисление неподвижных точек. Операторы расширения и сжатия.
12. Соответствия Галуа и их применения.

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Для освоения дисциплины обучающиеся должны посещать лекционные занятия. На них преподаватель рассказывает материал курса согласно содержанию в разбивке по разделам по п.2.2.

При подготовке к лекциям необходимо учитывать, что изложение материала должно быть от простого к сложному, от известного к неизвестному. Рекомендуется применять активные формы проведения занятий: проблемное изложение, дискуссии, диалог с целью активизации деятельности обучающихся. При проведении занятий необходимо использовать презентации.

При изложении материала важно помнить, что почти половина информации на семинаре передается через интонацию. Учитывать тот факт, что первый кризис внимания обучающихся наступает на 15-20-й минутах, второй – на 30-35-й минутах.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

При самостоятельном изучении теоретического материала целесообразно использовать рекомендованную основную и дополнительную литературу. По согласованию с преподавателем обучающийся может осваивать теоретическую часть курса по одному из онлайн-курсов, представленных на образовательных платформах в п. 3.4.3. При этом преподаватель обязан сообщить обучающимся, какие разделы выбранного им онлайн-курса недостаточно полно раскрывают ту или иную тему курса и порекомендовать дополнительные источники по данной теме. Преподаватель вправе отказать обучающемуся в самостоятельном освоении теоретической части дисциплины по онлайн-курсу в случае нахождения в нем существенных расхождений с содержанием курса в разделе 2 и п. 3.1.1.

**3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания**

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Список экзаменационных вопросов предоставляется обучающимся не позднее, чем за две недели до экзамена. Пример списка содержится в разделе 3.1.4.

Использование конспектов и учебников, а также электронных устройств хранения, обработки или передачи информации при подготовке и ответе на вопросы экзамена запрещено.

Билет содержит два теоретических вопроса. На подготовку отводится не менее 1 академического часа. По окончании подготовки к ответу обучающийся устно излагает содержание экзаменационного вопроса экзаменатору. После ответа на вопрос билета, преподаватель вправе задать уточняющие вопросы по услышанному. Затем преподаватель задает дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на экзамен. В качестве уточняющих используются вопросы, не требующие длительного ответа, в том числе основные определения и понятия. Дополнительные вопросы должны строиться таким образом, чтобы с их помощью обучающийся мог продемонстрировать своё понимание или непонимание материала, а также способности к аргументированному обсуждению. Рекомендуется задавать 3-4 дополнительных вопроса на билет и не более 2-3 уточняющих вопросов. Преподаватель вправе увеличить количество вопросов в случае, если у него не возникает понимание, освоил обучающийся материал учебного курса или нет.

В любой момент обучающийся имеет право отказаться от ответа с выставлением оценки в 0 баллов.

За экзамен обучающийся может получить максимум 40 баллов. Ответ на каждый вопрос экзаменационного билета вместе с ответами на уточняющие вопросы по нему оценивается по шкале от 0 баллов (нет ответа) до 10 баллов (экзаменуемым даны полные исчерпывающие ответы по всем вопросам билета, обучающийся свободно ориентируется в материале), таким образом, за вопросы билета обучающийся может получить до 20 баллов. Оставшийся бюджет из 20 баллов делится поровну по дополнительным вопросам. Преподаватель вправе снижать баллы за неточности и ошибки в зависимости от их грубости.

По желанию преподавателя на экзамен допустимо приглашать других преподавателей с квалификацией не ниже изложенной в п. 3.2.1 как для независимого оценивания ответов обучающихся, так и для коллегиального. В последнем случае оценка за экзамен ставится на основании голосования простого большинства. В спорных ситуациях преподаватель, ведущий дисциплину, имеет право принятия окончательного решения.

Перевод из баллов, полученных за экзамен, в итоговый процент освоения курса делается по формуле

где I – итоговый процент освоения курса, n – заработанное обучающимся число баллов. Перевод в оценки делается по стандартной методике согласно приказу №7293/1 от 20.07.2018:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Итоговый процент освоения курса, % | Оценка СПбГУ при проведении экзамена | Оценка ECTS |
| 0-49 | Неудовлетворительно | F |
| 50-60 | Удовлетворительно | E |
| 61-69 | Удовлетворительно | D |
| 70-79 | Хорошо | C |
| 80-89 | Хорошо | B |
| 90-100 | Отлично | A |

**3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)**

В качестве примера вопросов на экзамен по дисциплине допустимо использовать основные вопросы, которые обсуждались на лекции в разбивке в п. 2.2:

1. Операционная семантика языков программирования.
2. Модельный язык, семантика основных конструкций.
3. Индукция по синтаксису и по форме дерева вывода.
4. Семантика большого и малого шага.
5. Свойства семантик. Неразрешимость основных проблем.
6. Статическая и динамическая семантика. Понятие статического анализа.
7. Простейшие формы статического анализа в форме статической семантики.
8. Анализ потока данных, монотонный подход.
9. Элементы теории решеток. Полные решетки, теорема Тарского-Кнастера.
10. Формализация задачи анализа потока данных. МОР- и MFP-решения. Неразрешимость MOP.
11. Приближенное вычисление неподвижных точек. Операторы расширения и сжатия.
12. Соответствия Галуа и их применения.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции | Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.) |
|  | 1 | 2 |
| 1 | ОПК-1.1 Уметь идентифицировать возможные проблемы и пути их решения | ответы на оба вопроса на экзамене, ответы на дополнительные вопросы оцениваются по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хорошо), далее оценка усредняется. Результат переводится в диапазон от 0 до 100 |
| 2 | ОПК-2.2 Уметь проводить формализацию и алгоритмизацию поставленных задач | обучающемуся предлагается создать каркас спроектированной системы или модуля на одном из языков высокого уровня. Результат оценивается по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо) |
| 3 | ПКП-1.1 Уметь разрабатывать технические спецификации на программные компоненты и их взаимодействие | обучающемуся предлагается спроектировать систему по статическому анализу кода приложения на языке высокого уровня или отдельного её модуля в нотации UML. Результат оценивается по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо). |
| 4 | ПКП-2.1 Уметь описывать алгоритмы компонентов, включая методы и схемы | обучающемуся предлагается создать каркас спроектированной системы или модуля на одном из языков высокого уровня. Результат оценивается по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо) |
| 5 | ПКП-3.1 Разработка модели бизнес-процессов заказчика | обучающемуся предлагается реализовать один из алгоритмов хотя бы на уровне разбиения исходной задачи на подпрограммы и определения их сигнатур. Результат оценивается по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо) |
| 6 | ПКП-7.2 Оценка и выбор архитектуры развертывания каждого компонента | ответы на оба вопроса на экзамене, ответы на дополнительные вопросы оцениваются по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хорошо), далее оценка усредняется. Результат переводится в диапазон от 0 до 100 |

**3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

**3.2. Кадровое обеспечение**

**3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий**

К преподаванию дисциплины могут быть допущены преподаватели, имеющие диплом о высшем техническом образовании по направлениям «Программная инженерия», «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» и другим смежным направлениям, связанным с информационными технологиями.

**3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

Специальных требований нет.

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

**3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

**3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования**

Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ. MS Windows, MS Office, Mozilla FireFox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Специализированное оборудование не требуется.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Специализированное программное обеспечение не требуется.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объеме, достаточном для проведения курса. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объеме, достаточном для проведения курса.

**3.4. Информационное обеспечение**

1. Flemming Nielsen. Semantics with Applications – a Formal Introduction. Wiley, 1992.

– ЭР по подписке СПбГУ: <http://faculty.sist.shanghaitech.edu.cn/faculty/songfu/course/fall2018/CS131/sa.pdf>  
2. Flemming Nielsen, Hanne R. Nielsen, Chris Hankin. Principles of Program Analysis. Springer Science & Business Media, 1999.  
- ЭР по подписке СПбГУ:  
<https://www.researchgate.net/publication/220690264_Principles_of_program_analysis_2_corr_print>

3. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: <http://www.library.spbu.ru/>

4. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: <http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS>

5. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ: <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>

6. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ: <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource%20type=8>

**Раздел 4. Разработчики программы**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ФИО | Ученая  степень | Ученое звание | Должность | Контакты |
| Булычев Дмитрий Юрьевич | к.-ф.-м.-н. | доцент | Доцент кафедры системного программирования | +7 (812) 4287109 dboulytchev@gmail.com |
| Сартасов  Станислав Юрьевич |  |  | ст.преподаватель кафедры системного программирования | s.sartasov@spbu.ru |